

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-234449

(43)Date of publication of application : 20.08.2002

(51)Int.Cl. B62D 5/04  
 H02K 1/22  
 H02K 1/27  
 H02K 29/00  
 // B62D 5/22

(21)Application number : 2001-031115

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 07.02.2001

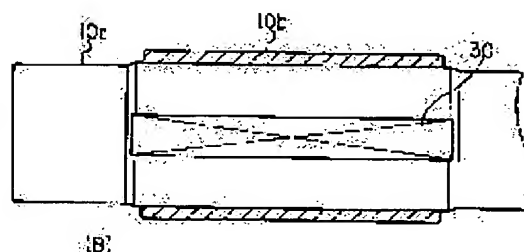
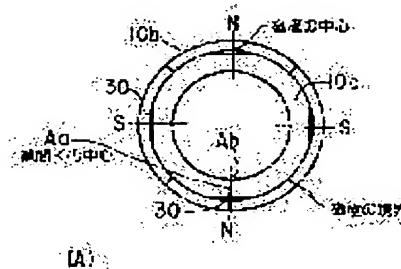
(72)Inventor : SESHIMO NAOKI

## (54) ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electric power steering device constructing motor assembly capable of increasing attachment durability between a driving magnet and a rotor shaft (rotor), increasing a phase area of a flat magnetic flux for improvement of a rectangular waveform polarized waveform, and improving a torque characteristic by using a brushless magnetic motor serving an electric motor in a ball screw type rack assisting type one.

**SOLUTION:** This electric power steering device is provided with the brushless magnetic motor 10 generating an auxiliary steering force to a rack shaft 22, a rotor shaft 10c of this motor, a deriving magnet 10b fixed onto the shaft circumferential face to be integrated with it, and groove parts 30 arranged on a connection face between the shaft and the magnet for forming clearances along the axial direction. The number of the groove parts is equal to that of the magnet poles, and the position of a geometric center in the circumference direction of the groove part is set to match the magnetic pole center of the magnet.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-234449

(P 2002-234449 A)

(43) 公開日 平成14年8月20日 (2002. 8. 20)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 6 2 D	5/04	B 6 2 D	5/04 3D033
H 0 2 K	1/22	H 0 2 K	1/22 A 5H002
	1/27		1/27 5 0 1 M 5H019
	29/00		29/00 Z 5H622
// B 6 2 D	5/22	B 6 2 D	5/22
審査請求 未請求 請求項の数 3		O L	(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-31115 (P2001-31115)

(22) 出願日 平成13年2月7日 (2001. 2. 7)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 瀬下 直樹

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

最終頁に続く

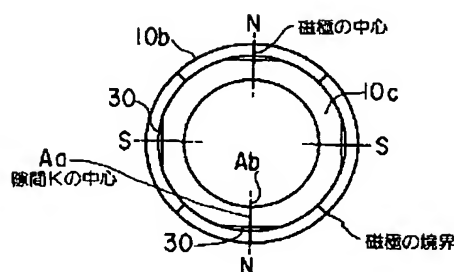
(54) 【発明の名称】 電動式パワーステアリング装置

(57) 【要約】

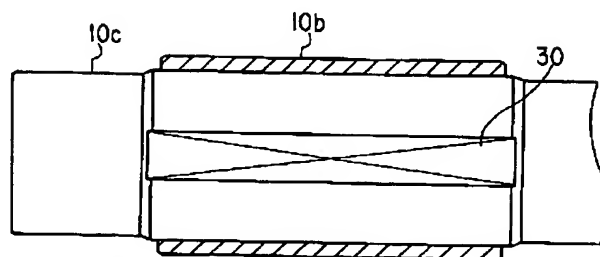
【課題】本発明は、ボールスクリュー式ラックアシストタイプにおける電動モータとしてのブラシレスマグネットモータであり、駆動用マグネットとロータシャフト

(回転子)間の接着耐久性の強化を得るモータ組立てをなし、平坦な磁束の位相範囲を増大させて矩形波形状の着磁波形を改善し、トルク特性の向上を得られる電動式パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】ラック軸22に対して補助操舵力を発生させるブラシレスマグネットモータ10と、このモータのロータシャフト10cおよび、このシャフト周面に嵌め込まれ一体化をなす駆動用マグネット10bと、シャフトとマグネットとの接合面に設けられ、軸方向に沿って隙間を存する溝部30とを具備し、溝部はマグネットの極数と同一数だけ設けられ、溝部の円周方向の幾何学的中心はマグネットの磁極中心と合致するように位置設定される。



(A)



(B)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ボールスクリュウ式ラックアシストタイプの電動式パワーステアリング装置において、ラック軸に対して補助操舵力を発生させる電動モータであるブラシレスマグネットモータと、このブラシレスマグネットモータのモータシャフトをなす回転子および、この回転子周面に嵌め込まれ一体化をなす駆動用マグネットと、上記回転子と駆動用マグネットとの接合面に設けられ、軸方向に沿って隙間を存する溝部とを具備し、上記溝部は、上記マグネットの磁極数と同一数だけ設けられ、その溝部の円周方向の幾何学的中心は、マグネットの磁極中心と合致するように位置設定されることを特徴とする電動式パワーステアリング装置。

【請求項 2】 上記溝部は、上記回転子の周面に設けられることを特徴とする請求項 1 記載の電動式パワーステアリング装置。

【請求項 3】 上記溝部は、互いに任意で、かつ互いに同一の断面形状をなすことを特徴とする請求項 1 記載の電動式パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電動式パワーステアリング装置に係わり、特に、電動モータとして用いられるブラシレスマグネットモータの改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両に用いられるパワーステアリング装置として、従来の油圧式に代って、電動式が多用される傾向にある。この種の電動式パワーステアリング装置は複数種の形態があるが、電動モータをラック・アンド・ピニオン式ステアリング機構を構成するラック軸に直接的に連結させたタイプがある。

【0003】 すなわち、上記電動モータは、その回転出力をボールスクリュウ機構を介してラック軸に伝達し、このラック軸の長手方向の推力に変換するようにした、ボールスクリュウ式ラックアシストタイプである。

【0004】 このような構造の電動式パワーステアリング装置では、電動モータのモータシャフトがラック軸と同軸となるので、ステアリングコラム周囲に電動モータを設けたタイプと比較して、ステアリングコラム周囲の構成をよりコンパクトにでき、またアシスト力を効率的に伝達できるという利点がある。

【0005】 ところで、上記電動モータとして、車両に搭載される DC モータは、始動から定格回転までの低回転域において高いトルクと自由な回転数が得られ、急速な立上りに対応できる特徴がある。

【0006】 この DC モータのうちの、特に、ブラシレスマグネットモータは、回転子の巻線に電流を送るための整流子やブラシに代って、トランジスタでスイッチングするので運転騒音が低く耐久性があり、故障に対する

信頼性が高い。

【0007】 このブラシレスマグネットモータでは、回転子であるロータ組立ての一部を構成するロータシャフト外周面に駆動用マグネットが嵌め込まれ、互いに一体化をなしている。

【0008】 そして、上記駆動用マグネットの外周面と狭小の間隙を介して、固定子が配置される。この固定子には、複数の励磁相からなるコイルが巻装され、かつラックハウジング内に取付け固定されている。

10 【0009】 上記駆動用マグネットは軸方向に所定の長さを有し、断面はリング状に形成される。このマグネットを上記ロータシャフトに固定するには、両者間に接着剤を介在させる接着固定による。

【0010】 これらの組み立てにあたって、はじめ、ロータシャフトの外周と駆動用マグネットの内周を、それぞれ完全円形となし、少なくともいずれか一方の周面に接着剤を塗布して嵌め込んでいた。

20 【0011】 しかしながら、ロータシャフトとマグネットの両方の周面にたとえ多量の接着剤を塗布しても、互いに嵌め込んだ状態で接着剤のほとんど大部分がづれ出てしまい、実際に有効な接着剤量はわずかであって、信頼性が低い。

【0012】 そこで、図 7 (A) に示すように、ロータシャフト R 外周面に、これと同心の円周方向に沿って凹部である溜り溝 a を複数設けるようになった。そして、予めこれら溜り溝 a に接着剤を塗布しておき、図 7

(B) に示すように、軸方向に所定の長さを有し、断面リング状の駆動用マグネット M をロータシャフト R に嵌め込んでいく。

30 【0013】 一方、従来から、マグネットに矩形波状着磁を行うことが知られている。これは、リング状マグネットにおいて、いそうに対する磁束の変化を観察した場合、磁束波形状が矩形（方形）をなす、もしくは台形等の近似形状をなす着磁方法である。

【0014】 上記駆動用マグネット M に、上記の矩形波状着磁を行う場合は、その着磁形状を改善するにあたり、上記ロータシャフト R に対しては特別な対策を施していなかった。すなわち、これまでは着磁ヨークの検討により着磁形状を改善して対応していた。

40 【0015】 ただし、磁束波形状が、ほぼ正弦波（SIN 波）をなす、もしくは近似形状をなす着磁方式である正弦波状着磁の場合は、たとえば特開平 11-313453 号に開示されているように、各マグネットの磁極 N-S 極の磁極分岐位置に対向して、マグネットとロータシャフト間に隙間を設けた技術がある。

## 【0016】

【発明が解決しようとする課題】 図 7 (A) (B) に示すように、上記ロータシャフト R に溜り溝 a を設けた場合は、駆動用マグネット M を嵌め込んだ際にづれ出る接着剤の量を抑制できるが、軸方向に短いマグネット M を

複数連ねると同様の構成となるので、一部の溜り溝 a とマグネット M 間で接着剤が不足する虞れがある。

【0017】結局は、両者を固着させるのに十分な量の接着剤が溜り溝 a 内に停留しない。そのため、モータ内で発生する熱およびロータシャフト R の回転トルクによって、マグネット M が円周方向に空転することも起こり得る。

【0018】さらには、駆動用マグネット M などから構成される磁気回路において、パーミアンス（透磁性）の低下があって、ロータシャフト R の軸方向においてパーミアンスのバランスの悪化となる。

【0019】すなわち、シャフトの全円周に亘ってマグネット内径とエアギャップ（空隙）が存在するため、その箇所ではパーミアンスが低下する。さらにこの空隙は、軸方向にある間隔をもって飛び飛びに存在するため、軸方向に対してのパーミアンスのバラツキが大きくなる。

【0020】このことから、ロータシャフト R の回転バランスの悪化を招き、モータ出力の低下をきたして、回転性能の低下に繋がってしまう。

【0021】矩形波着磁波形の改善をなすには、着磁形状が図 6 の（A）から（B）に示すように、形状がより台形波に近づいて、トルク発生に寄与する有効磁束範囲を、より拡大させなければならない。

【0022】これに対して、先に説明した特開平 11-313453 号によれば、マグネットとロータシャフト間の隙間を設けることで、マグネットの着磁波形は正弦波状に近づくが、その隙間がマグネットの磁極分岐位置に対向して設けられているので、モータのトルク特性が低下してしまう欠点がある。

【0023】本発明は上述の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、ボールスクリュウ式ラックアシストタイプにおける電動モータは、ブラシレスマグネットモータを用いることを前提として、駆動用マグネットと回転子間の接着耐久性の強化を得るモータ組立てをなし、平坦な磁束の位相範囲を増大させて矩形波形状の着磁波形を改善し、トルク特性の向上を得られる電動式パワーステアリング装置を提供しようとするものである。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記目的を満足するため請求項 1 の発明のボールスクリュウ式ラックアシストタイプの電動式パワーステアリング装置は、ラック軸に対して補助操舵力を発生させる電動モータであるブラシレスマグネットモータと、このブラシレスマグネットモータのモータシャフトをなす回転子および回転子周面に嵌め込まれ一体化をなす駆動用マグネットと、回転子と駆動用マグネットとの接合面に設けられ軸方向に沿って隙間を存する溝部とを具備し、上記溝部はマグネットの磁極数と同一数だけ設けられ、その溝部の円周方向の幾何

学的中心はマグネットの磁極中心と合致するように位置設定されることを特徴とする。

【0025】請求項 2 として、請求項 1 記載の電動式パワーステアリング装置において上記溝部は、上記回転子の周面に設けられることを特徴とする。

【0026】請求項 3 として、請求項 1 記載の電動式パワーステアリング装置において上記溝部は、互いに任意で、かつ互いに同一の断面形状をなすことを特徴とする。

【0027】このような課題を解決する手段を採用することにより、ブラシレスマグネットモータにおいて、駆動用マグネットに対する接着力の増大化による接着耐久性の強化を得られるモータ組立てをなし、磁束が平坦となる位相範囲が増大して矩形波形状の着磁波形を改善でき、トルク特性の向上を得られる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面にもとづいて説明する。図 1 は、車両に装備される電動式パワーステアリング装置の構成を概念的に示す図である。

【0029】ステアリングホイール 1 は、ステアリングシャフト 2 の入力軸 2 a に連結され、この入力軸 2 a 下端は、トルクセンサ 3 を介してステアリングシャフト 2 の出力軸 2 b 上端に連結される。

【0030】上記トルクセンサ 3 は、ステアリングシャフト 2 の入力軸 2 a に伝達された操舵トルクを検出するものであり、運転者がステアリングホイール 1 を操舵操作することによってステアリングシャフト 2 に生じる振れの大きさと方向に応じたトルク検出信号をコントローラ 13 に出力するようになっている。

【0031】上記ステアリングシャフト 2 の出力軸 2 b 下端は、ユニバーサルジョイント 4 を介してロアシャフト 5 の上端に連結され、このロアシャフト 5 下端はユニバーサルジョイント 6 を介してピニオンシャフト 7 の上端に連結されている。

【0032】上記ピニオンシャフト 7 下端には図示しないピニオンが連結されていて、このピニオンはラック軸のラック歯に噛合している。そして、ラック軸周囲のラックハウジング 8 内には、後述する電動モータであるブラシレスマグネットモータ（以下、マグネットモータと言う）10 が配置されている。

【0033】上記マグネットモータ 10 を駆動制御し、操舵系への操舵補助力の制御を行うために、上記コントローラ 13 が備えられる。このコントローラ 13 は、バッテリー 11 から電源を供給されることにより作動するようになっている。

【0034】バッテリー 11 の負極は接地され、正極はエンジン始動をなすイグニッションスイッチ 12 およびヒューズ 14 a を介してコントローラ 13 に接続されるとともに、ヒューズ 14 b を介してコントローラ 13 に直

接続される。

【0035】このようにしてコントローラ13は、トルクセンサ3からのトルク検出信号と、たとえば図示しない変速機の出力軸に配設された車速センサ15からの車速検出信号とにもとづき、上記マグネットモータ10を駆動制御する。

【0036】図2は、上記マグネットモータ10と、ボールスクリュ機構を説明するための断面図である。ラックハウジング8の小径円筒部にボールスクリュナット20が内包され、かつ大径円筒部に上記マグネットモータ10が内包される。また、ラックハウジング8の図の右側端部は、固定具を介して取付け固定されるピニオン側ハウジング8aにより閉止される。

【0037】これらラックハウジング8およびピニオン側ハウジング8a内に、ラック軸22が挿通される。このラック軸22の両側端は、タイロッド9a、9bを介して図示しない操行機構に連結される。

【0038】上記マグネットモータ10は、ラックハウジング8内周に嵌着固定され、複数の励磁相からなるコイルが巻装される固定子10aと、この固定子10aの内周面とは狭小の間隙を介して対向する位置にあり、かつ回転子10bの周面に後述するようにして取付けられる駆動用マグネット10cから構成される。

【0039】上記ボールスクリュナット20は、その内周面に螺旋状の内ねじ溝20aが設けられ、上記ラック軸22の一部に形成される外ねじ溝20bに対向している。これら内ねじ溝20aと外ねじ溝20bとで転動路が形成されていて、ここに複数のボール21が転動自在に收容されている。

【0040】上記ボール21は、ボールスクリュナット20とラック軸22が相対回転する際に生じる摩擦力の軽減用である。なお、ボールスクリュナット20は、その内部に循環路20cを有し、ボールスクリュナット20の回転時に、循環路20cを介してボール21は循環可能となっている。

【0041】このようにして構成されるボールスクリュ式ラックアシストタイプの電動式パワーステアリング装置であって、以下に述べるように作用する。車両が直進状態にあり、ステアリングホイール1からラック軸22へ操舵力が入力されていない場合は、トルクセンサ3から出力されるトルク検出信号はゼロもしくは低い値であるため、コントローラ13はマグネットモータ10を回転駆動しない。

【0042】一方、車両がカーブを曲ろうとする場合は、ステアリングホイール1が操舵されて操舵力がラック軸22に伝達され、トルクセンサ3から操舵トルクに応じたトルク検出信号がコントローラ13へ出力される。

【0043】上記コントローラ13は、速度センサ15からの検出信号も判断材料として、適切なトルクとなる

ようマグネットモータ10を制御する。これにより、ラック軸22とボールスクリュナット20が回転駆動され、ラック軸22を左もしくは右方向に移動させて補助操舵力を発生させる。

【0044】つぎに、図3(A)(B)にもとづいて、マグネットモータ10を構成する駆動用マグネット10bと、回転子(以下、ロータシャフトと言う)10cとの組立て一体化構造について説明する。

【0045】上記駆動用マグネット10bは、断面リング状に形成され、所定の軸方向長さを有する筒体形状であって、それ単体、もしくは複数個を同軸上に連ねた構成をなしている。駆動用マグネット10bの磁極N-Sの数は、 $2n$ 極( $n=1, 2, 3, \dots$ )に着磁されていて、ここでは、たとえば4極からなる。

【0046】一方、ロータシャフト10cの駆動用マグネット10bを嵌め込むべき部位には、マグネット10b内周面と対向する周面を軸方向に平面的に切断する溝部30が設けられている。

【0047】なお説明すれば、上記溝部30はロータシャフト10cの外周面に軸方向に沿って、複数、所定間隔を存して削成される平坦面である。上記溝部30の数は、マグネット10bに着磁された極数と同じ数だけ設けられていて、ここではマグネット10bが4極であるので、溝部は4ヶ所設けられる。

【0048】しかも、溝部30を形成する平坦面の幾何学的中心が駆動用マグネット10bのそれぞれの磁極N-Sの中心と位相が一致するように組立てられる。このことにより、ロータシャフト10cとマグネット10bとの間に隙間Kが形成される。この隙間Kの中心は、すなわち溝部30の中心Aaであり、かつマグネット10bの磁極N-Sの中心Abでもある。

【0049】なお、ロータシャフト10cと駆動用マグネット10bを互いに固定するのに、接着手段が用いられる。すなわち、少なくとも、いずれか一方の接合面に接着剤を塗布したあと、互いに嵌め込む。

【0050】接着剤が凝固すれば、ロータシャフト10cと駆動用マグネット10bは互いに接着固定されるのだが、特に、ロータシャフト10c周面に溝部30を設けてマグネット10bに対し隙間Kを形成したので、この隙間Kに他の接合面よりも多い量の接着剤が溜まって、より強固な接着固定がなされる。

【0051】このようにして構成することにより、マグネット10bの着磁波形が改善される。すなわち、着磁波形が図6(B)に示すように、着磁波形の頂点が、より平坦になり、より台形波に近づくこととなり、マグネット10bのトルク発生に寄与する有効磁束の位相範囲が増加して、トルク向上が得られる。

【0052】そして、ロータシャフト10cの軸方向におけるパーミアンスの変化が減少する。すなわち、ロータシャフト10cの断面(磁路)形状を軸方向に見たと

きの形状の変化が無くなり、どの部位での断面（磁路）も同一形状をなす。

【0053】ロータシャフト10cの各部において、トルクリップルや振動の発生が従来のものよりも抑制して、トルク特性の安定化が得られる。

【0054】さらに、上記溝部30を備えたので、ロータシャフト10cとマグネット10b間により多くの接着剤を停留させるための隙間Kを確保でき、熱や回転トルクによってマグネット10bが円周方向に空転するようなこともない。

【0055】図4は、先に説明したロータシャフト10cに設けられる溝部30とは異なる断面形状の溝部30Aを備えた例である。すなわち、溝部30Aの断面形状として、両側部が立上り略U字状に形成される。駆動用マグネット10bの磁極数は変わらないところから、溝部30Aが設けられる数も変更なく、かつマグネット10cに対する溝部30Aの位置的な限定も同様である。したがって、上述のものと全く同様の効果が得られる。

【0056】図5は、駆動用マグネット10bを6極とした例であり、ロータシャフト10cに設けられる溝部30の数も6個になる。また、溝部30を設けることによって形成される隙間Kの幾何学的中心が、マグネット10bの磁極中心と合致するようにマグネット10bとロータシャフト10cの相対位置を設定することは変わらない。したがって、上述のものと全く同様の効果が得られる。

【0057】なお、駆動用マグネット10bに、マグネットの回転時にステータから見て磁極（N/S）の切り換えが急峻にならぬように、軸中心に対してマグネット表面において角度をつけて行う、いわゆるスキュー着磁を行う場合は、上記溝部に対しても着磁と同位相・同角度に設定する。また、駆動用マグネット10bの断面形状については、リング形状ばかりでなく、セグメント形状のマグネットにおいても同様に適用できる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、ボ

ールスクリー式ラックアシストタイプの電動モータとしてブラシレスマグネットモータを用いることを前提として、ロータシャフトとマグネット間に、より多くの接着剤を溜める空間を軸方向に形成することにより、ロータシャフトとマグネット相互の接着力の増大化と、接着耐久性の強化を得られ、かつ磁束が平坦となる位相範囲が増大して矩形波形状の着磁波形を改善でき、トルク特性の向上を得られるなどの効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の実施の形態を示す、電動式パワーステアリング装置の概略構成図。

【図2】同実施の形態を示す、電動式パワーステアリング装置におけるマグネットモータと、ボールスクリー機構を説明するための断面図。

【図3】同実施の形態の、マグネットモータにおけるロータシャフトと駆動用マグネットとの嵌め合いを説明する図。

【図4】他の実施の形態の、マグネットモータにおけるロータシャフトと駆動用マグネットとの嵌め合いを説明する図。

【図5】さらに他の実施の形態の、マグネットモータにおけるロータシャフトと駆動用マグネットとの嵌め合いを説明する図。

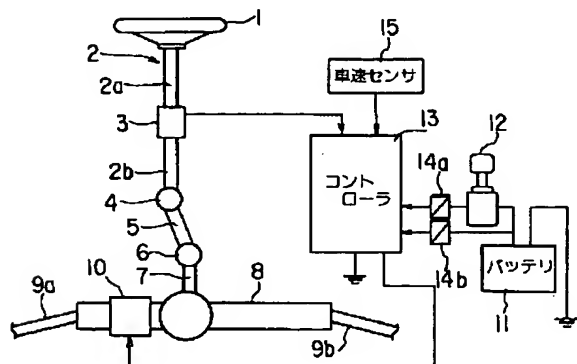
【図6】互いに異なる形状の、矩形波状着磁波形を示す図。

【図7】従来の、ブラシレスマグネットローラにおけるロータシャフトと駆動用マグネットとの嵌め合いを説明する図。

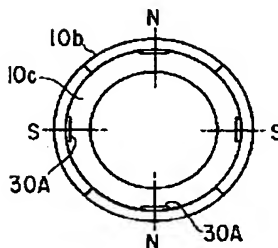
【符号の説明】

- 22…ラック軸、  
10…ブラシレスマグネットモータ、  
10c…ロータシャフト（回転子）、  
10b…駆動用マグネット、  
K…隙間、  
30…溝部。

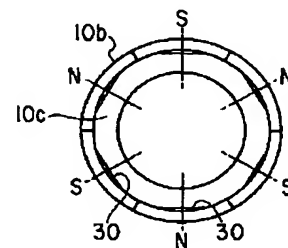
【図1】



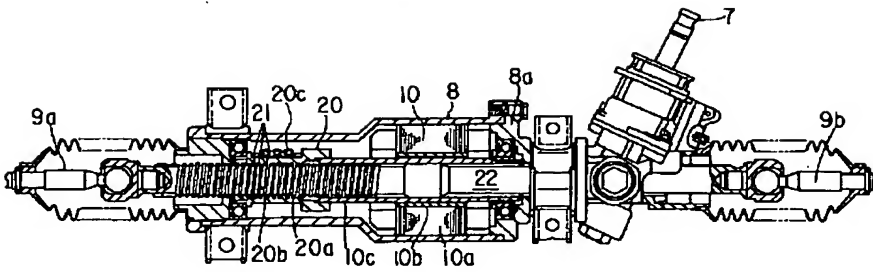
【図4】



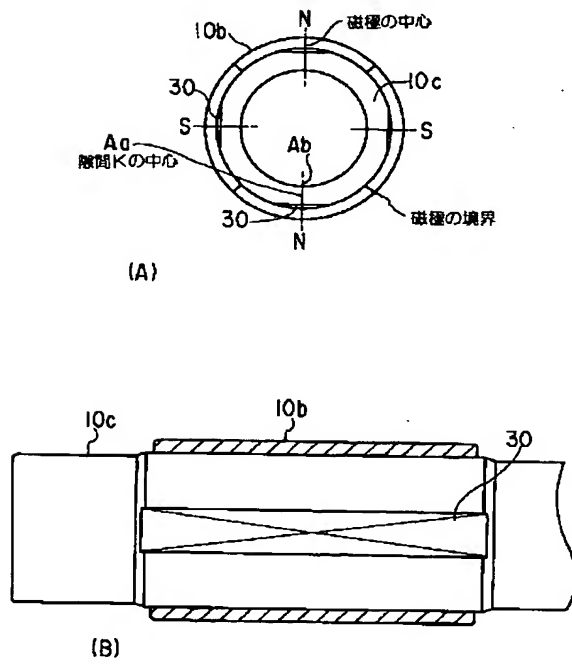
【図5】



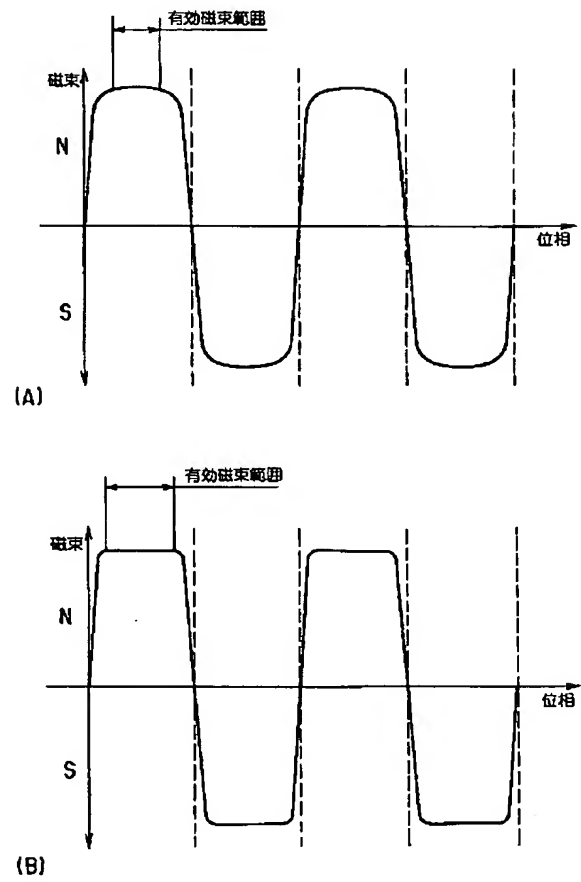
【図 2】



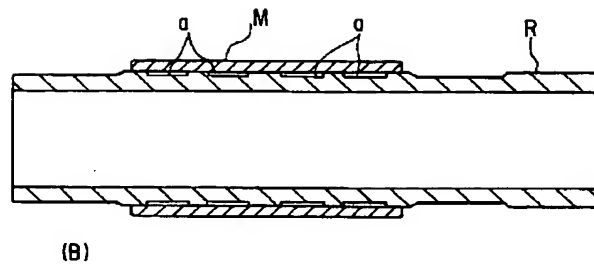
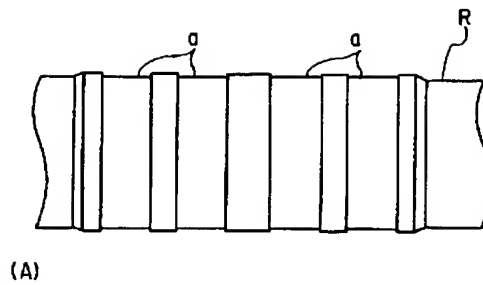
【図 3】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D033 CA02 CA03 CA13 CA16 CA28  
 JB01 JB18  
 5H002 AA04 AA08 AB07 AC06 AC08  
 AE08  
 5H019 AA02 CC03 CC09  
 5H622 AA02 CA01 CA05 CA10 CA13  
 PP01 PP10 PP19